

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
  
Т.А. Хатузов  
подпись  
28 мая 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.ОД.1 ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ)**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность 01.04.07 Физика конденсированного состояния


Программа подготовки академическая

Форма обучения: очная

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-Исследователь

Краснодар 2021

**Рабочая программа** составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденными 30 июля 2014 г. № 867, зарегистрированный в Министерстве юстиции Российской Федерации 25.08.2014 г. № 33836

**Автор:**  В.А. Исаев, д-р физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий от «16» апреля 2020 г., протокол № 10

Зав. кафедрой



В.А. Исаев

Одобрено на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета от «20» апреля 2020 г., протокол № 13

Председатель УМС факультета,  
д. ф.-м. наук, профессор



Н.М. Богатов

Зав. отделом аспирантуры и  
докторантуры



Е.В. Строганова

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Физика конденсированного состояния (кандидатский экзамен по специальности)» ставит своей целью формирование у аспирантов и соискателей представления об основных физических свойствах твердых тел и закономерностях их строения.

### 1.2 Задачи дисциплины.

Задачами дисциплины «Физика конденсированного состояния (кандидатский экзамен по специальности)» являются:

- формирование систематических знаний по основным разделам физики конденсированного состояния, необходимых для выполнения самостоятельных научных исследований;
- ознакомление с основными методами исследования и расчета физических характеристик твердых тел, изучение физических свойств микромира и квантовых явлений на атомно-молекулярном уровне;
- изучение экспериментальных основ физики конденсированного состояния.

Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из термодинамики, оптики, кристаллографии.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физика конденсированного состояния (кандидатский экзамен по специальности)» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия профиль Физика конденсированного состояния. Изучение дисциплины в физике конденсированного состояния базируется на знаниях аспирантов, полученных ранее при изучении дисциплин, входящих в цикл общей и теоретической физики.

В процессе изучения дисциплины «Физика конденсированного состояния (кандидатский экзамен по специальности)» аспирант должен:

- **знать** основные понятия этого предмета, понимать содержание фундаментальных законов и основных моделей физики конденсированного состояния;
- **уметь** формулировать основные определения предмета, использовать уравнения физики конденсированного состояния для конкретных физических ситуаций, проводить необходимые математические преобразования, объяснять содержание фундаментальных принципов и законов, а также способы решения задач.
- **владеть** навыками применения физики конденсированного состояния к решению конкретных задач.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

1.	ПК-1	готовностью выбирать, осваивать и совершенствовать методы выращивания и исследования кристаллов в	методы выращивания и исследования кристаллов, синтеза твердых и жидких	применять основные методы выращивания и исследования кристаллов на	навыками применения физики конденсированного состояния к исследованию
№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			<b>знать</b>	<b>уметь</b>	<b>владеть</b>
			растворов	практике	кристаллов
2.	ПК-2	владением теоретическими и экспериментальными методами исследования природы кристаллических и аморфных веществ в твердом и жидком состояниях и изменения их свойств при различных внешних воздействиях	терминологию и определения физических величин, характеризующих свойства твердого тела	выбирать, осваивать и совершенствовать методы экспериментального и теоретического исследования твердого тела	методами расчета параметров, характеризующих свойства диэлектриков и полупроводников

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Курсы (часы)
		3
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
Занятия лекционного типа	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	8	8
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>

Самостоятельное изучение разделов		17	17
Самоподготовка		15	15
<b>Контроль:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>
Подготовка к экзамену		32	32
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые на 3 курсе

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные положения физики конденсированного состояния вещества	4	2	-	-	2
2.	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде	14	2	1	7	4
3.	Колебания кристаллической решетки	5	2	1	-	2
4.	Электронные свойства твердых тел	7	2	1	-	4
5.	Диэлектрики	13	2	1	6	4
6.	Сегнетоэлектрики и магнетики	7	2	1	-	4
7.	Оптические свойства конденсированных сред	12	2	1	5	4
8.	Сверхпроводимость	7	2	1	-	4
9.	Локализованные состояния в конденсированных средах	7	2	1	-	4
	<i>Итого по дисциплине:</i>		18	8	18	32

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4

1.	Основные положения физики конденсированного состояния вещества	Введение. Структура твердых тел. Кристаллы и аморфные вещества. Трансляционная симметрия кристаллов. Решетка Бравэ. Кристаллографические системы координат. Функции, описывающие физические величины в кристалле. Обратная решетка. Зона Бриллюэна, индексы Миллера. Понятие о рентгеноструктурном анализе. Теорема Блоха, приведение к зоне Бриллюэна. Подсчет числа состояний в зоне Бриллюэна	Коллоквиум
2.	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде	Межатомное взаимодействие и основные типы связей в конденсированных средах. Энергетические характеристики химической активности атомов (потенциал ионизации, энергия химического сродства, электроотрицательность). Общая характеристика сил межатомного взаимодействия. Элементарная теория химических сил связи в атомах и молекулах. Ионные, ковалентные и молекулярные кристаллы, металлы. Водородная связь. Потенциальная энергия взаимодействия атомов в конденсированной среде. Энергия связи атомов в твердом теле и ее оценка для различных типов связей. Постоянная Маделунга.	Коллоквиум
3.	Колебания кристаллической решетки	Колебания кристаллической решетки. Типы колебаний. Продольная волна в однородном стержне. Колебания линейного моноатомного кристалла. Линейный кристалл с двумя атомами в элементарной ячейке. Тепловые свойства кристаллов. Модель Эйнштейна, модель Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Эксперимент Каплянского.	Коллоквиум
4.	Электронные свойства твердых тел	Электронные свойства твердых тел. Свободные электроны. Энергия Ферми. Теплоемкость электронного газа. Электропроводность металлов. Магнетизм электронного газа. Модель почти свободных электронов. Модель сильно связанных электронов. Примеси в кристалле.	Коллоквиум
5.	Диэлектрики	Диэлектрические свойства твердых тел. Электронная поляризация. Упругая ионная поляризация. Ориентационная поляризация. Тепловая ионная поляризация.	Коллоквиум

6.	Сегнетоэлектрики и магнетики	Сегнетоэлектрики. Антисегнетоэлектрики. Понятие о фазовых переходах второго рода. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферро– и антиферромагнетизм. Теплоемкость магнетиков. Температура Кюри.	Коллоквиум
7.	Оптические свойства конденсированных сред	Оптические свойства диэлектрических кристаллов. Зонная структура. Электроны и дырки. Донорные и акцепторные уровни. Уровень Ферми в примесном полупроводнике. Проводимость полупроводников. Эффект Холла. Прямые и не прямые оптические переходы в полупроводниках. Полупроводниковые лазеры.	Коллоквиум
8.	Сверхпроводимость	Сверхпроводимость. Уравнение Лондонов, эффект Мейсснера. Уравнение Гинзбурга-Ландау. Микроскопическая теория сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость.	Коллоквиум
9.	Локализованные состояния в конденсированных средах	Термостимулированная поляризация и деполяризация. Точечные дефекты в твердых телах: дефекты Шоттки и Френкеля. Диффузия. Центры окраски. Дислокации, описание дислокаций.	Коллоквиум

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Взаимодействие между атомами в конденсированной среде	Межатомное взаимодействие и основные типы связей в конденсированных средах. Энергетические характеристики химической активности атомов (потенциал ионизации, энергия химического сродства, электроотрицательность). Общая характеристика сил межатомного взаимодействия. Элементарная теория химических сил связи в атомах и молекулах. Ионные, ковалентные и молекулярные кристаллы, металлы. Водородная связь. Потенциальная энергия взаимодействия атомов в конденсированной среде. Энергия связи атомов в твердом теле и ее оценка для различных типов связей. Постоянная Маделунга.	Решение задач

2.	Колебания кристаллической решетки	Колебания кристаллической решетки. Типы колебаний. Продольная волна в однородном стержне. Колебания линейного монокристалла. Линейный кристалл с двумя атомами в элементарной ячейке. Тепловые свойства кристаллов. Модель Эйнштейна, модель Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Эксперимент Каплянско-го.	Решение задач
3.	Электронные свойства твердых тел	Электронные свойства твердых тел. Свободные электроны. Энергия Ферми. Теплоемкость электронного газа. Электропроводность металлов. Магнетизм электронного газа. Модель почти свободных электронов. Модель сильно связанных электронов. Примеси в кристалле.	Решение задач
4.	Диэлектрики	Диэлектрические свойства твердых тел. Электронная поляризация. Упругая ионная поляризация. Ориентационная поляризация. Тепловая ионная поляризация.	Решение задач
5.	Сегнетоэлектрики и магнетики	Сегнетоэлектрики. Антисегнетоэлектрики. Понятие о фазовых переходах второго рода. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферро- и антиферромагнетизм. Теплоемкость магнетиков. Температура Кюри.	Решение задач
6.	Оптические свойства конденсированных сред	Оптические свойства диэлектрических кристаллов. Зонная структура. Электроны и дырки. Донорные и акцепторные уровни. Уровень Ферми в примесном полупроводнике. Проводимость полупроводников. Эффект Холла. Прямые и не прямые оптические переходы в полупроводниках. Полупроводниковые лазеры.	Решение задач
7.	Сверхпроводимость	Сверхпроводимость. Уравнение Лондонов, эффект Мейсснера. Уравнение Гинзбурга-Ландау. Микроскопическая теория сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость.	Решение задач
8.	Локализованные состояния в конденсированных средах	Термостимулированная поляризация и деполяризация. Точечные дефекты в твердых телах: дефекты Шоттки и Френкеля. Диффузия. Центры окраски. Дислокации, описание дислокаций.	Решение задач

### 2.3.3 Лабораторные занятия.



№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Дифрактометрическое определение параметров элементарной ячейки кристаллов.	Отчет по ЛР
2.	Исследование оптических свойств диэлектриков.	Отчет по ЛР
3.	Комбинационное рассеяние света в твердых телах	Отчет по ЛР

**2.3.4 Примерная тематика рефератов** Не предусмотрены учебным планом.

#### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Самостоятельное изучение разделов	Методические указания по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г.
2	Самоподготовка	
3	Подготовка к экзамену	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом, – в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,  
– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,  
– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению курса «Физика конденсированного состояния (кандидатский экзамен по специальности)» используются современные образовательные технологии:

- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов.

Интерактивные технологии, используемые при изучении дисциплины

Курс	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	<i>Л</i>	Проблемное обучение	6
	<i>ПР</i>	Не предусмотрено	-
	<i>ЛР</i>	Проблемное обучение, исследовательские методы в обучении	6
<i>Итого:</i>			12

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

**4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

**4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

Проведение текущего контроля осуществляется в формах коллоквиума, решения задач и защиты выполненных лабораторных работ.

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму:**

1. Особенности структуры основных видов конденсированных сред: кристаллических твердых тел, полимеров, жидких кристаллов, аморфных твердых тел, стеклов, жидкостей.
2. Энергия связи в твердых телах.
3. Молекулярные кристаллы, ионная связь,
4. Ковалентная связь.
5. Металлическая связь, кристаллы с водородной связью.
6. Пространственная решетка кристаллов, ее свойства: решетка Бравэ, ее базис.
7. Трансляционная симметрия и симметрия направлений, типы решеток, ячейка ВигнераЗейтца.
8. Обратная решетка кристаллов, первая зона Бриллюэна.
9. Дифракция и интерференция волн в кристаллах. Условие дифракции Вульфа-Брэгга в прямой и обратной решетках.
10. "Приведенный" волновой вектор, квазиимпульс; общие свойства стационарных состояний.
11. Акустические фононы.
12. Оптические фононы.
13. Взаимодействие фононов.
14. Электрон в периодическом поле: одномерная задача, модель Кронига-Пенни; трехмерная задача, решение уравнения Шредингера,
15. Зоны дозированной энергии, ее периодичность, функции Блоха, пакет блоховских функций, его групповая скорость.

16. Эффективная масса, тензор обратной эффективной массы, его связь с изоэнергетической поверхностью, эффективный гамильтониан, квантовые уравнения движения.
17. Локализованные состояния: решение уравнения Шредингера.
18. Приближенные методы вычисления одноэлектронных состояний: метод эффективной массы.
19. Приближенные методы вычисления одноэлектронных состояний.
20. Вторичное квантование системы электронов: представление чисел заполнения для фермионов, переход от координатного представления, операторные функции, одночастичный и двухчастичный операторы.
21. Дырочное представление, описание процессов рождения и аннигиляции пары квазичастиц электрон-дырка.
22. Классификация твердых тел на основе энергетического спектра их одноэлектронных состояний: металл, диэлектрик, полупроводник, примесные полупроводники, полуметаллы.
23. Плотность одноэлектронных состояний в шкале энергий.
24. Статистика электронов в твердом теле: функция распределения Ферми.
25. Собственные значения и собственные функции гамильтониана частицы в магнитном поле (теория Ландау).
26. Метод потенциала деформаций для кристаллов с ковалентной связью.
27. Кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.
28. Экситоны Френкеля и Ванье.
29. Взаимодействие света с кристаллической решеткой, поляритоны.
30. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.
31. Поверхностные состояния электронов.
32. Диамагнетизм и парамагнетизм твердых тел.
33. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие и его роль в возникновении ферромагнетизма.
34. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм.
35. Кривая намагничивания. Ферромагнитные домены.
36. Магнитный резонанс.
37. Влияние дефектов кристаллической решетки на свойства твердых тел.
38. Физические свойства аморфных твердых.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

##### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН**

1. Введение. Предмет физики твердого тела.
2. Кристаллы и аморфные вещества.
3. Трансляционная симметрия кристаллов.
4. Кристаллографические системы координат.
5. Функции, описывающие физические величины в кристалле.
6. Обратная решетка.
7. Кристаллы инертных газов.
8. Ионная связь. Ионные кристаллы.
9. Ковалентная связь. Ковалентные кристаллы.
10. Металлическая связь.
11. Ионные и атомные радиусы.
12. Продольная волна в однородном стержне.
13. Колебания линейного моноатомного кристалла.

14. Линейный кристалл с двумя атомами в ячейке.
15. Тепловые свойства кристаллов.
16. Свободные электроны.
17. Модель почти свободных электронов.
18. Модель сильно связанных электронов.
19. Примеси в кристалле.
20. Электронная поляризация.
21. Упругая ионная поляризация.
22. Ориентационная поляризация.
23. Тепловая ионная поляризация.
24. Сегнетоэлектрики.
25. Диамагнетизм.
26. Парамагнетизм.
27. Ферро– и антиферромагнетизм.

**Образец экзаменационного билета**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**Кубанский государственный университет**

Кафедра теоретической физики и компьютерных технологий

2019-2020 уч.год

Дисциплина «**Физика конденсированного состояния (кандидатский экзамен  
по специальности)**»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

1. Введение. Предмет физики твердого тела.
2. Ферро– и антиферромагнетизм.

Зав. кафедрой

теоретической физики и компьютерных технологий  
Исаев В.А.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом, – в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Морозов, А.И. Элементы современной физики твердого тела: [учебное пособие] / А.И. Морозов. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. – 213 с.
2. Гордиенко, А.Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач: учебное пособие / А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий, Д.В. Корабельников. - 2-е изд., доп. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-8353-1164-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232487>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Библиоклуб».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Задачи по физике твердого тела / под ред. Г.Д. Голдсמיד; пер. с англ. А.А. Гусеева, М.П. Шаскольской. - Москва: Наука, 1976. - 429 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483354>.
2. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. - Москва: Мир, 1978. - Т. 1. - 391 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483337>.
3. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. - Москва: Мир, 1979. - Т. 2. - 419 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483336>.
4. Гольдаде, В.А. Физика конденсированного состояния: пособие / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук; ред. Н.К. Мышкина. - Минск: Белорусская наука, 2009. -

648 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309>.

### 5.3. Периодические издания:

1. Успехи физических наук;
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики; 3. Журнал физической химии;
4. Физика твердого тела.

### 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля).

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	<a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	<a href="http://www.ibooks.ru">http://www.ibooks.ru</a>	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Полнотекстовая база данных ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической и медицинской информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций.
4.	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а так же работы своих соавторов и соперников.

5.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
6.	<a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**(модуля).**

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины и знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. Все неясные вопросы по дисциплине студент может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к практическим занятиям студент в обязательном порядке изучает теоретический материал.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Не предусмотрено.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

Программный продукт	Договор/лицензия
Операционная система MS Windows 8, 10	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018
Интегрированное офисное приложение MS Office Professional Plus	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа; оснащение: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; компьютерное оснащение ПЭВМ
		350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа «Лаборатория структурного анализа»; оснащение: лазерная система на базе Nd:YAG лазера и параметрического генератора света для спектральной области 680-2500 нм, в том числе: Импульсный Nd:YAG лазер модели LO29-100; Параметрический генератор света модели LP 604; Генератор 2-ой гармоники модели LP 101; Стенд оптический. 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №123С
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций; оснащенность: комплект учебной мебели с учебными ПЭВМ; 1 ПЭВМ администратора (преподавательский); доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 212С, 207С
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации; оснащенность: комплект учебной мебели, доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С
5.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы; оснащенность: комплект учебной мебели, компьютерное оснащение ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 208С